

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-28421

⑬ Int.Cl.

F 23 R 3/40

識別記号

庁内整理番号

7616-3G

⑭ 公開 昭和64年(1989)1月31日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 触媒燃焼方式のガスタービン燃焼器

⑯ 特 願 昭62-182280

⑰ 出 願 昭62(1987)7月23日

⑱ 発 明 者 伊 東 正 道 東京都調布市西つつじヶ丘2-4-1 東京電力株式会社
技術研究所内⑲ 発 明 者 大 越 昭 男 東京都調布市西つつじヶ丘2-4-1 東京電力株式会社
技術研究所内⑳ 発 明 者 静 川 賢 次 郎 東京都調布市西つつじヶ丘2-4-1 東京電力株式会社
技術研究所内

㉑ 出 願 人 東京電力株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

㉒ 出 願 人 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

㉓ 代 理 人 弁理士 三好 保男 外1名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

触媒燃焼方式のガスタービン燃焼器

2. 特許請求の範囲

(1) 燃料と空気とを混合し燃料混合体とする混合部と、

この混合部の下流側に設けられ、前記燃料混合体を触媒により燃焼させる触媒燃焼部と、

この触媒燃焼部の下流側に設けられ、前記触媒燃焼部で燃え残った燃料混合体を気相燃焼させる気相燃焼部と、

前記触媒燃焼部と気相燃焼部の間に設けられ、前記気相燃焼部内に前記燃料混合体の渦流を発生させる渦流発生部と、を備えて構成され、

前記渦流発生部は、燃料流路の流路径を絞る流路径縮小部と、この流路径縮小部で絞られた流路径を急激に拡大する流路径拡大部とを有して成ることを特徴とする触媒燃焼方式のガスタービン燃焼器。

(2) 前記渦流発生部は、前記触媒燃焼部から気相

燃焼部へ至る燃料流路の内側壁に、周方向に沿って形成された突片状部材から成ることを特徴とする特許請求範囲第1項記載の触媒燃焼方式のガスタービン燃焼器。

(3) 前記流路径縮小部は、前記突片状部材の上流側の側面をベルマウス状曲面に形成して成り、前記流路径拡大部は、前記突片状部材の下流側の側面を燃料流方向とほぼ垂直な方向に広がる平面に形成して成ることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の触媒燃焼方式のガスタービン燃焼器。

(4) 前記触媒燃焼部と循環流発生部との間に、更に、補助燃料混合体を供給するための補助燃料混合体供給部を設けたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の触媒燃焼方式のガスタービン燃焼器。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

(発明の技術分野)

本発明は、ガスタービン燃焼器に係り、特に、窒素酸化物(NOX)の生成量が少ない触媒燃焼

方式のガスタービン燃焼器に関する。

(発明の技術的背景とその問題点)

近年、石油資源等の枯渇に伴ない、種々の代替エネルギーが要求されているが、同時に、エネルギー資源の効率的利用も要求されている。これらの要求に答えるものの中には、例えば、燃料として天然ガスを使用するガスタービン・スチームタービン複合サイクル発電システム或いは石炭ガス化ガスタービン・スチームタービン複合サイクル発電システムがあり、現在検討されつつある。これらのガスタービン・スチームタービン複合サイクル発電システムは、化石燃料を使用した従来のスチームタービンによる発電システムと比較して、発電効率が良いために、将来、その生産量の増加が予想される天然ガスや石炭ガス化ガス等の燃料を、有効に電力に交換できる発電システムとして期待されている。

ところで、ガスタービン発電システムに使用されているガスタービン燃焼器では、従来から、燃料と空気の混合物を、スパークプラグ等を用いて

着火して均一系の燃焼を行なっている。このような燃焼器の一例を第2図に示す。第2図の燃焼器においては、燃焼ノズル1から噴射された燃料が、燃焼用空気3と混合され、スパークプラグ2により着火されて燃焼するものである。そして、燃焼した気体すなわち燃焼ガスには、冷却空気4及び希釈空気5が加えられて、所定のタービン入口温度まで冷却・希釈された後、タービンノズル6からガスタービン内に噴射される。8はスワラーである。

このような従来の燃焼器における重大な問題点の一つは、燃料の燃焼時に多量の NO_x ガスが生成して環境汚染等を引き起こすことである。上記 NO_x が生成する理由は、燃料の燃焼時において、燃焼器内には部分的に 2000°C を超える高温部が存在するということにある。

このようなガスタービン燃焼器の問題点を解決するために、種々の燃焼方式が検討されている。

最近、固相燃焼を用いた不均一系燃焼方式(以下、触媒燃焼方式という)が提案されている。

この触媒燃焼方式は、触媒を用いることによって、通常の燃焼器では燃焼しない希薄な燃料を燃焼させることができ、そのため燃焼温度が、 NO_x が発生する程の高温にはならないものである。またタービン入口温度も従来のものと変わることが可能である。

第3図は、この触媒燃焼方式に用いる燃焼器の1例の概略図である。図中の数字はそれぞれ第2図と同じ要素を表わす。この燃焼器は触媒充填部7を備えることが構造上の特徴である。触媒充填部7には、通常、ハニカム構造の燃焼触媒が充填されていて、ここで燃料と空気の混合気体が燃焼させられる。なお1は触媒燃焼用燃料を供給する燃料ノズルである。

ところが、このような触媒燃焼方式では、燃料の大部分を触媒充填部で燃焼させる構成となっていたため、触媒の温度が高くなり、熱劣化が著しく、寿命が短いという問題点があった。また、ガスタービン入口温度の高温化にも触媒の耐熱性の面から対応が困難であった。

そこで、本発明者らは、触媒充填部では必要燃料の一部を燃焼するだけとし、触媒の下流に燃料を更に追加し、その部分で気相燃焼(非触媒的な熱燃焼)を起すことによって、触媒の温度が従来より低く、長寿命となる触媒燃焼方式を既に提案してきた。このように触媒下流に燃料を追加することは重要であるが、ここで新たな問題点が生じる。すなわち、触媒下流の気相燃焼は、 NO_x 抑制上希薄燃焼であるため、燃焼部に局部的な失火等が発生し燃焼が不安定となるという点である。

(発明が解決しようとする問題点)

このように、従来の触媒燃焼方式のガスタービン燃焼器に於ては、燃料の大部分を触媒充填部で燃焼させると触媒の寿命が短くなる一方、燃料の一部を触媒充填部で燃焼させ残りを触媒の下流で気相燃焼させると、この気相燃焼が不安定となるという問題点があった。

本発明は、かかる点に鑑みなされたもので、長時間耐久性を備え、しかも触媒体下流において安定な気相燃焼を行なうことができる触媒燃焼方式

のガスタービン燃焼器を提供することを目的とする。

〔発明の構成〕

（問題点を解決するための手段）

本発明者らは、触媒燃焼部と気相燃焼部との間に渦流発生部を設け、流路を絞った後急激に拡大した構造とすることにより、気相燃焼の安定化が可能となることを見出し、この発明を完成するに至った。

すなわち、本発明の触媒燃焼方式のガスタービン燃焼器は、燃料と空気を混合し燃料混合体とする混合部と、この混合部の下流側に設けられ、前記燃料混合体を触媒により燃焼させる触媒燃焼部と、この触媒燃焼部の下流側に設けられ、前記触媒燃焼部で燃え残った燃焼混合体を気相燃焼させる気相燃焼部と、前記触媒燃焼部と気相燃焼部の間に設けられ、前記気相燃焼部内に前記燃料混合体の渦流を発生させる渦流発生部と、を備えて構成され、前記渦流発生部は、燃料流路径を絞る流路径縮小部と、この流路径縮小部で絞られた燃

料混合体は、触媒体7に投入し、発火・燃焼する。このとき前記燃料混合体の混合比率・流速及び前記触媒体の寸法（表面積）が所定値に

設定されていると、前記触媒体では、供給された燃料混合体のうち一部のみが燃焼し残りの部分は加熱されるだけで触媒体7から下流に流出される。前記混合比等は、特に、触媒体7の温度が高温度化し過ぎないように決定されている。

前記触媒体7の下流側には、補助燃料混合体を供給する補助ノズル（補助燃料混合体供給部）が設けられている。この補助燃料混合体は、通常、燃料のみからなるが、燃料と補助燃料用空気から成ることもある。また、この燃料混合体は、後述する気相燃焼部に於る燃焼温度を上昇させないため、比較的希薄ガスとなるように設定されている。前記した如く気相燃焼の高温度化は NO_x 発生につながるからである。

こうして前記触媒体7からの燃料混合体と補助燃料ノズル12からの補助燃料混合体は、混合し、所望の混合燃料流となって下流に送られる。

而して、前記補助燃流ノズル12の下流側には、前記混合燃料流に渦流を生じしめるためのスロート部（渦流発生部）13と、該混合燃料流を気相

燃焼させるための気相燃焼部14が設けられている。

（作用）

前記本発明の触媒燃焼方式のガスタービン燃焼器にあっては、気相燃焼部で渦流が生成されるため、これにより燃炎効果がもたらされ、気相燃焼が安定化する。

（実施例）

以下、第1図を参照しながら本発明の一実施例を説明する。ここに、第1図・第2図と同符号で示される部材は従来例と同一部材を表わす。

第1図を参照するに、別途設けたコンプレッサ等（図示せず）で300℃～500℃に加熱されたメタン等の燃料9が燃料ノズル10から噴射される。この燃料9は、燃焼器内に形成された混合部11において燃焼用空気3と混合され燃料混合体となる。

この燃料混合体は、触媒体7に投入し、発火・燃焼する。このとき前記燃料混合体の混合比率・流速及び前記触媒体の寸法（表面積）が所定値に

燃焼させるための気相燃焼部14が設けられている。

このスロート部13の上流側は、ベルマウス状の曲面に形成され、下流側は、前記希薄燃料流の流れ方向に垂直な端面部を有して形成されている。また、このスロート部の最小内径 d_1 は、気相燃焼部14の内径 d_2 に対してほぼ $1/1.2 \sim 1/1.5$ に形成されている。このスロート部13の更に具体的形状は、例えば、JISA1932ノズル（JISZ 8762-1969）をもとに設計すればよい。このようにすることにより前記スロート部13による圧力損失を最小にすることができる。

よって、上流側から投入した希薄燃料流は、このスロート部13によりゆるやかに縮流された後、気相燃焼部14で急激に膨張され、該スロート部13後方の気相燃焼部の周囲に沿って安定な渦流（渦環流）15を生成する。この渦流15は、スロート部13の流路中心を通る混合燃料流に乱れが生じてもその影響をあまり受けないため、安定

した渦流となる。

この渦流15の近傍であって前記気相燃焼部14を取り囲む燃焼器側壁には、前記希薄燃料流に点火するための点火プラグ2が設けられている。この点火プラグ2は、ガス燃焼時の高温を避けるため、点火後気相燃焼部14から外部へ引出されるようになっている。

従って、この点火プラグ2により混合燃料流が着火し、気相燃焼が開始される。ここで、前記混合燃料流は、前述したように希薄であるため局部的に失火し、燃焼不安定の傾向を有する。また混合燃料流の流れ速度が、毎秒数10と高速であることも、前記燃焼不安定の一因となる。

しかしながら本実施例の燃焼器では、前記気相燃焼部の周囲に沿って渦流が生成されるから、この部分で保炎効果が生じ、前記局部的失火等が発生してもこれが拡大することはなく、直ちに元の均一燃焼状態が回復される。

従って、本実施例によれば、気相燃焼部に於て、容易に安定・均一な気相燃焼を行うことができる。

但し、この流路径の比 d_2/d_1 は、燃料の種類等により種々選択できることは勿論である。

以下、前記実施例及び比較例を用いた実験結果を詳しく説明する。

実験例A

第1図に示したような拡大比1.5(気相燃焼部の径は触媒体と同じ100mm)の段段燃焼器を使い、燃料は天然ガス、触媒体としては直径100mm、長さ100mmの貴金属系ハニカム触媒体を用いて燃焼を行なった。天然ガス及び燃焼用空気よりなる混合ガスを450℃まで加熱し、500℃換算で20/s～50/sの流速で、断熱火炎温度として1100℃になるような混合ガスを触媒体へ流入した。また、補助燃料供給部からの供給口を触媒体の下流30mmに、スロート部を触媒体の下流50mmの位置に、燃焼ガスのサンプリングを触媒体の下流500mmの位置にそれぞれ設置した。補助燃料供給部からの燃料は、温度上昇分として300℃になるように供給した。流速を変えた時の結果を以下の第1表に示した。比較

また、前記の如くスロート部13をベルマウス構造としているため、該スロート部13による圧力損失を最小限におさえることができる。

なお、前記実施例においては、触媒の上流側での予燃焼を行なっていないが、これは低温でも触媒が作用する燃料及び触媒を用いた時を想定したもので、もし、予燃焼が必要ならば、第3図に示したような予燃焼部を設けることも可能である。

また、前記触媒体7では流入する燃料混合体の一部が燃焼するとしたが、ほとんど全てが燃焼するようにしてもよい。

更に、触媒の下流に追加する燃料も、燃料を主体としておればよく、スチームあるいはその他のガスが混入していてもよい。

また、スロート部下流の気相燃焼部の径は、燃焼器の設置されるスペースによってはスロート部上流の径より小さくすることが要求される場合があるが、この場合でもスロート部による流路絞り d_1 に対する気相燃焼部の径 d_2 の比を1.0以上にするのは可能である。

例として他は同様の条件でスロート部を設置しなかった場合も示してある。なお、燃焼時における NO_x はすべて5ppm以下であった。

実験例B

第1図に示したような拡大比1.2(気相燃焼部の径は触媒体の径100mmに対し80mmと縮小)の段段燃焼器を使い、実験例Aと同じ条件で燃焼した。流速を変えた時の結果を第2表に示した。比較例としてスロート部を設置しなかった場合も示してある(表1と同一)。なお、燃焼時における NO_x はすべて5ppm以下であった。

本発明における触媒燃焼器では、ガスタービンに必要な高流速においても失火せず非常に高い燃焼効率を安定して示すのに対して、比較例においては混合ガスの流速がはやまるにつれて失火してしまった。さらにスロート部による圧力損失は無視できる値であった。

第 1 表

混合ガスの 流速 (m/s)	比較例	実施例 1
	スロート部を設置しなかった場合 燃焼効率 (%)	スロート部を設置した場合 燃焼効率 (%)
20	95.1	>99.9
30	失火	>99.9
40	失火	>99.9
50	失火	>97.2

第 2 表

混合ガスの 流速 (m/s)	比較例	実施例 2
	スロート部を設置しなかった場合 燃焼効率 (%)	スロート部を設置した場合 燃焼効率 (%)
20	95.1	>99.9
30	失火	>99.9
40	失火	>98.0
50	失火	>90.7

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明のガスタービン燃焼器は、燃焼器内に触媒体を設け、この触媒体により、供給されたガスのうち一部を燃焼させると共にこの触媒体の下流で残りのガスを気相燃焼させるようにしたガスタービン燃焼器において、前記気相燃焼部分に渦流を発生するための渦流発生部を設け、この渦流にて保炎するようにしたため、高速旋下で希薄燃焼が行え、したがって又、触媒体の温度を上昇させることなく安定したガス燃焼を行うことができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係る触媒燃焼方式ガスタービン燃焼器の断面説明図、第2図は従来の気相燃焼方式のガスタービン燃焼器の断面説明図、第3図は従来の触媒燃焼方式のガスタービン燃焼器の断面説明図である。

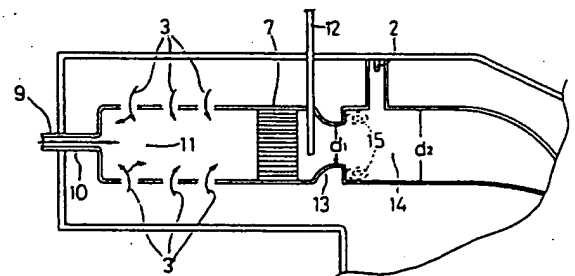
7…触媒体

13…スロート部

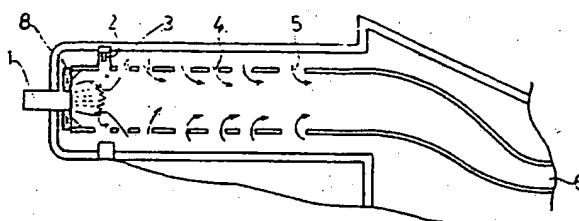
14…気相燃焼部

15…渦流

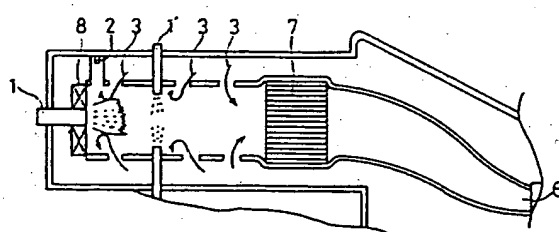
代理人 弁理士 三 好 保 男



第 1 図



第 2 図



第 3 図

第 1 頁の続き

⑦発明者	早田	輝信	神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地	株式会社東芝総合研究所内
⑧発明者	古屋	富明	神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地	株式会社東芝総合研究所内
⑨発明者	山中	矢	神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地	株式会社東芝総合研究所内
⑩発明者	肥塚	淳次	神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地	株式会社東芝総合研究所内